

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-178203

⑪ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)8月5日

G 02 B 6/16

D-7370-2H

C 03 C 13/04

6674-4G

G 02 B 6/10

F-7370-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 単一モード光ファイバ

⑮ 特 願 昭61-20558

⑯ 出 願 昭61(1986)1月31日

⑰ 発 明 者 田 中 紘 幸 伊丹市池尻4丁目3番地 大日本電線株式会社関西工場
(伊丹地区)内⑱ 発 明 者 御 前 俊 和 伊丹市池尻4丁目3番地 大日本電線株式会社関西工場
(伊丹地区)内⑲ 発 明 者 生 島 博 大阪市北区梅田1丁目12番17号 (梅田ビル) 大日本
電線株式会社大阪事務所内

⑳ 出 願 人 三菱電線工業株式会社 尼崎市東向島西之町8番地

㉑ 代 理 人 弁理士 朝日奈 宗太 外1名

明 細 書

1 発明の名称

単一モード光ファイバ

2 特許請求の範囲

- 1 フッ素がドーブされたクラッドをコアの近傍に有し、さらにその外側にホウ素または、フッ素およびホウ素がドーブされたクラッドを有してなる単一モード光ファイバ。
- 2 フッ素がドーブされたクラッドの外径/コア径の比が3/1~8/1である特許請求の範囲第1項記載の単一モード光ファイバ。
- 3 ホウ素または、フッ素およびホウ素がドーブされたクラッドの外径/コア径の比が8/1以上である特許請求の範囲第1項または第2項記載の単一モード光ファイバ。

3 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、単一モード光ファイバに関する。さらに詳しくは長波長、とくに波長が1.55

μm帯で光伝送損失が小さい単一モード光ファイバに関する。

〔従来の技術〕

石英ガラス系光ファイバは、石英ガラス製のコアとその周囲に屈折率がコアよりも小さい石英ガラス製のクラッドから形成されている。

クラッドの屈折率を下げるために従来よりクラッドには、フッ素あるいはホウ素がドーブされている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかしながら上記のような従来の光ファイバは、たとえば外圧が加えられたばあい、コアおよびクラッドより光伝送損失が増加するという欠点があり、この欠点を解消するためにはクラッドの外径/コア径の比を8/1以上にする必要があるが、かかる構造を有する光ファイバを製造するのは極めて困難である。

そこで本発明者らは、上記問題点に鑑みて鋭

意研究を重ねた結果、かかる問題点を解決する単一モード光ファイバを見出し、本発明を完成するに至った。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、フッ素がドーブされたクラッドをコアの近傍に有し、さらにその外側にホウ素または、フッ素およびホウ素がドーブされたクラッドを有してなる単一モード光ファイバに関する。

〔作用および実施例〕

本発明の単一モード光ファイバには、コアの近傍にフッ素のみがドーブされたクラッド（以下、第1クラッドという）が設けられ、さらにその外側にホウ素または、ホウ素およびフッ素がドーブされたクラッド（以下、第2クラッドという）が、該第2クラッドの外径／コア径の比が8/1以上となるように設けられているので、長波長、とくに波長が1.55 μm 帯で光伝送損失が小さくなる。したがって、本発明の単一モード光ファイバは、長波長、とくに波長が

1.55 μm 帯の光源が用いられ、長距離光通信システムなどに好適に使用することができる。

本発明に用いるコアとしてはCu、Fe、Co、Crなどのような光伝送損失を大とならしめるような不純物の含有率が、たとえば10ppm以下の通常使用されている純石英ガラスを使用しうる。

本発明に用いる第1クラッドとは、石英ガラス中に石英ガラスに対する屈折率低下ドーパントとしてフッ素が約0.2～3重量%含まれ、またフッ素以外の物質は全く含まれていないか、あるいは含まれているとしても長波長光伝送において伝送損失上悪影響を及ぼさない程度であればよい。石英ガラス中にフッ素以外の物質、たとえばホウ素などが1重量%以上含まれるばあい、波長が1.55 μm 帯である光が吸収されてしまうので好ましくない。

本発明に用いる第2クラッドとは、石英ガラス中にホウ素が3～5重量%または、フッ素およびホウ素がフッ素0.2～2重量%、ホウ素0.5～5重量%含まれたものをいう。かかるホ

ウ素または、フッ素およびホウ素はフッ素のみをドーブしたばあいに生じる石英ガラスのエッチング作用を呈するようなことはなく、屈折率の制御が容易であり、しかもフッ素をドーブするばあいよりもコストが低いので好ましいが、そのドーブ量はシングルモードファイバとして適正な屈折率差となる上記範囲内でドーブされるのが好ましい。

また、第1クラッドの屈折率は、コアから第1クラッドに洩れた光を、しゃへいするかあるいは光ファイバの外部に放出させないようにするためには、第2クラッドの屈折率と同程度かそれ以下であるのが好ましい。

前記第1クラッドの外径／コア径の比は、3/1未満のばあい、第1クラッドから第2クラッドにしみ出す光パワーが大きくなり、第2クラッドに含有されたホウ素により光パワーの損失がみられ、また6/1をこえるばあい、かかる構造を有する光ファイバの製造が困難となるので第1クラッドの外径／コア径の比は3/1～

6/1であるのが好ましい。

また前記第2クラッドの外径／コア径の比が8/1よりも小さいばあい、マイクロベンドによる光の損失が生じるので、8/1以上であるのが好ましい。

上記のような構造を有する本発明の光ファイバは公知の気相反応による内付け法、外付け法あるいはVAD法によって作製することができる。

たとえば、内付け法を適用するばあいには、石英ガラスパイプ（サポート）内にガラス原料ガスとドーパントソースガスと酸素を送り込み、石英ガラスパイプの外表面を加熱しながら、気相反応により該石英ガラスパイプの内面に既述の第2クラッドを形成させたのち、同様にして第1クラッドを形成させる。しかる後にコアとなる純石英ガラス棒を挿入してコラプスすることにより光ファイバ母材を作製するか、または上記第2および第1のクラッド層が形成されたパイプの内面にガラス原料ガスと酸素を送り込み、コアとなる純石英ガラス層を形成し、中心

の空隙をコラプスして光ファイバ母材を作製する。また外付け法を適用するばあいには、コアとなる純石英ガラス棒の外周面に火炎加水分解法により第1および第2クラッド層を形成させればよい。

本発明で用いるガラス原料としては、 SiH_3Cl 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiH_3Br 、 SiH_2Br_2 、 SiHBr_3 、 SiBr_4 、 $\text{SiH}_3(\text{OCH}_3)$ 、 $\text{SiH}_2(\text{OCH}_3)_2$ 、 $\text{SiH}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $\text{Si}(\text{OCH}_3)_4$ などのシラン化合物または気化性のシラン誘導体を用いられる。

またクラッド層を形成するために用いるドーバントソースガスとしては、フッ素をドーブするばあいには、 CCl_3F 、 Cl_2F_2 、 CClF_3 、 CF_4 などのフレオン類、 ClF 、 ClF_3 、 BrF 、 BrF_4 などのフレオン相互の化合物、 SF_6 、 F_2 、 F_2O 、 SiF_4 などが用いられる。ホウ素をドーブするばあいには、 BH_3 、 BH_2Cl 、 BHCl_2 、 BCl_3 、 BH_2Br 、 BBr_2 、 BBBr_2 、 BBBr_3 、 BH_2I 、 BHI 、 BI_3 などのボランまたは気化性

のボラン誘導体を用いられる。また本発明において、第2クラッド層を設けるために用いるドーバントソースガスとしては、上記のフッ素化合物ガスおよびホウ素化合物ガスを同時に用いてもよいが、フッ素とボロンが同時に石英ガラス中に効率よくドーブされるためには、ドーバントソースガスとして BF_3 を用いるのが好ましい。

また、ドーバントソースガスには、チッ素、アルゴン、ヘリウムなどの他のガスを混合してもよい。

つぎに本発明を実施例に基づいて説明するが、本発明はかかる実施例のみに限定されるものではない。

実施例1～2および比較例1～2

表面が清浄された石英ガラスパイプ（内径17mm）を回転させながら、外部より酸水素バーナで約1800℃に加熱する一方、石英ガラスパイプ内に第1表に示すような第2クラッド形成ガスを通してバーナーを往復移動させ、所定の厚さ

の第2クラッドを形成させたのち、ついで第1表に示すような第1クラッド形成ガスを通し、所定の厚さの第1クラッドを形成させた。

ついで表面が清浄された純石英ガラス棒（直径1mm）をえられた第1クラッドおよび第2クラッドつきパイプに挿入し、パイプを2000℃に加熱してコラプスしてサポートとクラッドとコアを有する単一モード光ファイバを製造した。

えられた単一モード光ファイバの物性として光伝送スペクトルをカットバック法により求めた。その結果を第2表に示す。

〔以下余白〕

表 1

実施例番号	第1クラッド形成ガスの流量(cc/min)と その堆積回数および第1クラッドの厚さ (mm)				第2クラッド形成ガスの流量(cc/min)と その堆積回数および第2クラッドの厚さ (mm)			
	SiCl_4	O_2	SiF_4	堆積回数	厚さ (mm)	SiCl_4	O_2	BF_3
1	200	600	100	50	1	200	600	60
2	200	600	100	50	1	200	600	40
比較例1	200	600	100	20	0.4	200	600	30
" 2	200	600	100	50	1	200	600	65

〔発明の効果〕

本発明の単一モード光ファイバによれば、コアの近傍にフッ素のみがドーブされたクラッドの外側にホウ素またはフッ素およびホウ素がドーブされたクラッドが設けられているため、たとえば外圧が該光ファイバに加えられたばあいであってもコアおよびクラッドから光の損失が生じないという優れた効果を奏する。

特許出願人 大日日本電線株式会社
代理人弁理士 朝日奈宗太 ほか1名



表 2 第

実施 番号	第1クラッドの外径 /コア径の比	第2クラッドの外径 /コア径の比	光伝送損失(dB/km) (波長: 1.55 μ m)
1	6	1.1	0.25
2	6	1.1	0.27
比較例1	2	1.1	6.5
" 2	6	-	1.5

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) PATENT DISCLOSURE BULLETIN (A)

(11) Patent Application Disclosure: 62-178203 (1987)

(43) Disclosure Date: August 5, 1987

(51) Int.Cl.⁵ Identification Symbol

G 02 B 6/16

C 03 C 13/04

G 02 B 6/10

Patent Office Assigned Number

D-7370-2H

6674-4G

F-7370-2H

Search Request: Not yet made

Number of Invention: 1

(Total page: 4)

(54) Subject of Invention

Single Mode Optical Fiber

(21) Patent Application: 61-20558 (1986)

(22) Application Date: January 31, 1986

(72) Inventor: ?. Tanaka

c/o Kansai Plant (Itachi-ku) Dainichi-Nippon-Densen (Cable) K K

3, 4-Chome, Ikejiri, Itan City

(72) Inventor: T. Gozen

c/o Kansai Plant (Itachi-ku) Dainichi-Nippon-Densen (Cable) K K

3, 4-Chome, Ikejiri, Itan City

(72) Inventor: H. Ikushima

c/o Osaka Operation Office, Dainichi-Nippon-Densen (Cable) K K

(Umeda Bld.) 12-17, 1-Chome, Umeda, Kita-ku, Osaka

(71) Applicant: Mitsubishi Densen (Cable) Industry K K

8 Nishino-cho, Higashimuki-jima, Ozaki City

(74) Agent, Attorney: S. Asahi__ and one other person

DETAILED DESCRIPTION

1. Subject of Invention

Single mode optical fiber

2. Scope of the Patent Claim

1. A single mode optical fiber composed as follows: It possesses a clad doped with fluorine at the vicinity of the core and furthermore, to the outside of this (clad), it possesses a clad doped with boron or fluorine plus boron.
2. In the single mode optical fiber described in Item 1, Scope of the Patent Claim, the ratio of the outside diameter of the clad doped with fluorine/core diameter is set to be from 3/1 to 6/1.
3. In the single mode optical fiber described in Item 1 or Item 2, Scope of the Patent Claim, the ratio of the outside diameter of the clad doped with boron or fluorine plus boron/core diameter is set to be more than 8/1.

4. Detailed Explanation of the Invention

[Industrial Application Field]

The present invention is related to a single mode optical fiber. In further details, it is related to a single mode optical fiber which is small in optical transmission loss at long wavelength, especially at wavelength 1.55 μm band.

[Conventional Technology]

A quartz glass system optical fiber is constructed by a core made of a quartz glass and a clad (formed to the outer circumference of the core) made of a quartz glass which possesses a refractive index lower than that of the core.

For lowering the refractive index of the clad, hitherto, fluorine or boron is doped into the clad.

[The Problematic Point to be Solved by the Invention]

However, for the aforementioned conventional optical fiber, there is a defect that for example, when an outside pressure is applied, by the core and the clad, the optical transmission loss would increase. For eliminating this defect, it is necessary to make the ratio of the outside diameter of the clad/core diameter to more than 8/1. However, it is extremely difficult to manufacture the optical fiber possessing this kind of structure.

Accordingly, in view of the aforementioned problematic point, the present inventors carried out extensive penetrating research on this problem. As a result, we discovered a single mode optical fiber which can solve this problem—this led to the completion the present invention.

[The Means for Solving the Problematic Point]

The present invention is related to a single mode optical fiber composed as follows: it possesses a clad doped with fluorine at the vicinity of the core and furthermore, to the outside of this (clad), it possesses a clad doped with boron or fluorine plus boron.

[Function and Implementation Examples]

In the single mode optical fiber of the present invention, to the vicinity of the core, a clad doped with fluorine only (to be called as No. 1 clad, below) is provided. Furthermore, to the outside (of this clad), a clad doped with boron or fluorine plus boron (to be called as No. 2 clad, below) is provided so that the ratio of the outside diameter of the No. 2 clad/core diameter would become more than 8/1. By this, the optical transmission loss at long wavelength, especially at wavelength 1.55 μm would become smaller. Therefore, for the single mode optical fiber of the present invention, a light source of longer wavelength, especially the wavelength at 1.55 μm can be employed; thus it can be suitably used for a long distance optical communication system.

For the core to be used in the present invention, the normally used pure quartz glasses in that the content of the impurities such as Cu, Fe, Co, Cr, etc. are held to be for example, below 10 ppm (not clearly copied; ppm is the best guess) so that the impurities would not make the optical transmission loss too large.

The No. 1 clad of the present invention is as follows: it contains about 0.2—3 weight % of fluorine as refractive index lowering dopant (against quartz glass) into the quartz glass; and materials other than fluorine are either entirely absent or if they are contained, they have to be at the level which would not adversely affect the transmission loss at long wavelength. When other materials other than fluorine, for example, if more than 1 weight % of boron is contained in the quartz glass, the light at wavelength 1.55 μm would be absorbed—this is not desirable.

The No. 2 clad of the present invention is as follows: it contains 3—5 weight % of boron or fluorine plus boron, 0.2—2 weight % of fluorine plus 0.5—5 weight % of boron in the quartz glass. This kind of doping with either boron or fluorine plus boron would not develop the etching function of the quartz glass which would occur in the case when fluorine alone is doped.; thus the refractive index control is easier. In addition, the cost is lower than that of doping fluorine—this is desirable. It is preferable that the doping amounts are within the ranges described above so that the refractive index difference would become optimal as a single mode fiber.

And, for shielding or preventing the light leaked from the core into the No. 1 clad from releasing to the outside of the optical fiber, it is preferable that the refractive index of the No. 1 clad is set to be about the same level of the refractive index of the No. 2 clad or lower.

When the aforementioned ratio of No.1 clad outside diameter/core diameter is less than 3/1, the light to permeate from the No. 1 clad to the No. 2 clad would become too large; thus by the boron contained in the No. 2 clad, a loss in the light power would be seen . And when it exceeds 6/1, the manufacturing of the optical fiber possessing such structure would become difficult. Accordingly, the ratio of the No. 1 clad outside diameter/the core diameter is preferably set in the range from 3/1 to 6/1.

And, When the aforementioned ratio of the No.2 clad outside diameter/the core diameter is smaller than 8/1, optical (light) loss by micro-bending would occur; thus it is preferable that it is more than 8/1.

The optical fiber of the present invention possessing the above described structure can be prepared by the inside attachment (deposition) method, outside attachment (deposition) method or the VAD method based on the publicly known vapor phase reactions.

For example, in the case of applying the inside attachment (deposition) method, into a quartz glass pipe (support), the glass raw material gases and the dopant source gas(es) and oxygen are delivered; while the outer surface of the quartz glass pipe is being heated, the previously described No. 2 clad is formed onto the inside of the quartz glass pipe by the vapor phase reactions; after this, the No. 1 clad is formed similarly. Then, a pure quartz glass rod to become the core is inserted and the assembly is collapsed to prepare an optical fiber preform. Or the glass raw material and oxygen are delivered inside the pipe (already) formed with the aforementioned No. 2 and No. 1 clad layers to form a pure quartz glass layer to become the core; then the center hollow space is collapsed to prepare an optical fiber preform. And in the case of applying the outside attachment (deposition) method, to the outer circumference surface of a pure quartz glass rod, the No. 1 and the No. 2 clad layers are formed by the flame hydrolysis method.

For the glass raw materials to be used in the present invention, the following can be employed: SiH_3Cl , SiH_2Cl_2 , SiHCl_3 , SiCl_4 , SiH_3Br , SiH_2Br_2 , SiHBr_3 , SiBr_4 , $\text{SiH}_3(\text{OCH}_3)$, $\text{SiH}_2(\text{OCH}_3)_2$, $\text{SiH}(\text{OCH}_3)_3$, $\text{Si}(\text{OCH}_3)_4$, etc. silane compounds or vaporizable silane derivatives.

For the dopant source gases to be used in forming the clad layers, the following can be employed: In the case of doping fluoride, CCl_3F , Cl_2F_2 (Translator's note: misprint of CCl_2F_2 ?), CClF_3 , CF_4 , etc. Freons and ClF , ClF_3 , BrF , BrF_4 , etc. Freon cross-compounds; and in the case of doping boron, BH_3 , BH_2Cl , BHCl_2 , BCl_3 , BH_2Br , BHBr_2 , BBR_3 , BH_2I , BHI (Translator's note: misprint of BHI_2 ?), BI_3 , etc. borane or vaporizable borane derivatives. And, in the present invention, for the dopant source gases to be used for providing the No. 2 clad layer, the aforementioned fluoride gases and boron compound gases can be simultaneously employed. However, for fluorine and boron to be simultaneously, efficiently doped into the quartz glass, for the dopant source gas, it is preferable to use BF_3 .

And, into the dopant source gas, nitrogen, argon, helium, etc. other gases can mixed.

Next, the present invention is illustrated based on implementation examples.

However, the present invention is not limited to those implementation examples alone.

Implementation Example 1—2 and Comparison Example 1—2

While a quartz glass pipe (inside diameter 17 mm) whose surfaces had been cleaned was being rotated, the pipe was heated to about 1600°C (best guess; 6 is not clearly copied); meanwhile, into the quartz glass pipe, the No. 2 clad forming gases as shown in Table 1 were passed and simultaneously, the burner was moved back and forth (traversed) to form the specified thickness of the No. 2 clad. After this, the No. 1 clad forming gases as shown in Table 1 were passed to form the specified thickness of the No. 1 clad.

Next, a surface cleaned pure quartz rod (1 mm in diameter) was inserted into the pipe attached (deposited) with the No. 1 clad and the No. 2 clad. The pipe was heated to 2000°C to achieve collapsing to manufacture a single mode optical fiber (preform) possessing the support, the clad and the core.

For the physical property of the obtained single mode optical fibers, the optical transmission spectra were obtained by the cutback method. The results are shown in Table 2.

Table 1

Implementation Example	Flow rate (cc/min) of No. 1 clad forming gases, deposition number and the thickness of the No. 1 clad					
	SiCl ₄	O ₂	SiF ₄	Deposition No.		Thickness (mm)
No. 1	200	600	100	50		1
No. 2	200	600	100	50		1
Implementation Example	Flow rate (cc/min) of No. 2 clad forming gases, deposition number and the thickness of the No. 2 clad					
	SiCl ₄	O ₂	BF ₃	BCl ₃	Deposition No.	Thickness (mm)
No. 1	200	600	60	--	50	2
No. 2	200	600	--	40	50	2
Comparison Example	Flow rate (cc/min) of No. 1 clad forming gases, deposition number and the thickness of the No. 1 clad					
	SiCl ₄	O ₂	SiF ₄	Deposition No.		Thickness (mm)
No. 1	200	600	100	20		0.4
No. 2	200	600	100	50		1
Comparison Example	Flow rate (cc/min) of No. 2 clad forming gases, deposition number and the thickness of the No. 2 clad					
	SiCl ₄	O ₂	BF ₃	BCl ₃	Deposition No.	Thickness (mm)
No. 1	200	600	30	--	65	2.6
No. 2	--	--	--	--	--	--

Table 2

Implementation Example	No. 1 Clad OD/Core Diameter Ratio	No. 2 Clad OD/Core Diameter Ratio	Optical Transmission Loss (dB/Km) (Wavelength 1.55 μ m)
No. 1	6	11	0.25
No. 2	6	11	0.27
Comparison Example			
No. 1	2	11	6.5
No. 2	6	--	1.5

[Effect of the Invention]

According to the single mode optical fiber of the present invention, to the outside of the clad which is doped with fluorine alone and placed at the vicinity of the core, a clad doped with boron or fluorine plus boron is provided. Because of this, a superior effect is achieved, for example, even if an outside pressure is applied to the optical fiber, the light loss from the core and clad would not occur.

Patent Applicant: Dainichi-Nippon-Densen (Cable) K K

Agent, Attorney: S. Asahi__ and one other person